

# CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO Y COBERTURA CON PAPEL ALUMINIO EN ACODOS DE *Dracaena marginata*<sup>1</sup>

**Paola Omodeo Cubero<sup>2</sup>, María Isabel González Lutz<sup>2</sup>, Dennis Mora Acedo<sup>3</sup>,  
Alfredo Durán Quirós<sup>3</sup>**

## RESUMEN

**Concentración del Ácido Indolbutírico y cobertura con papel aluminio en acodos de *Dracaena marginata*.** Se probaron los efectos del papel aluminio y tres concentraciones de la hormona AIB para enraizamiento, sobre la calidad de los acodos realizados en cañas de 8,8 y 13,2 cm (4 y 6 pulgadas) de *Dracaena marginata* verde. Se utilizó un diseño factorial 2x2x3 y dos épocas: seca y lluviosa. Hubo mejor exportabilidad en cañas de 8,8 cm que en cañas de 13,2 cm. Además, el papel aluminio incrementó la calidad de los acodos y la exportabilidad de las plantas. La hormona para enraizamiento no tuvo efecto sobre la calidad del acodo o la exportabilidad de las cañas cuando se cubrió éste con papel aluminio. La calidad de las raíces no varió si el aluminio se retiró del acodo al momento en que éste se cubrió con plástico negro.

**Palabras clave:** Concentración de hormona, plantas ornamentales, exportación, enraizamiento, escala de evaluación.

## ABSTRACT

**Indolbutiric acid concentration and use of aluminum foil on airlayers of *Dracaena marginata*.** The effect of three concentrations of hormone AIB to promote rooting and the use of aluminum foil on the quality and exportability of 8,8 y 13,2 cm (4' and 6') airlayers of green *Dracaena marginata* were tested using a 2x2x3 factorial design, in rainy and in dry seasons. Better quality and exportability were obtained in 4' airlayers. Covering the airlayers with aluminum foil improved quality and hormone concentration did not have an effect on quality if aluminum foil was used. Removing aluminum foil covers prior to the covering of the airlayer with black plastic did not affect quality.

**Key words:** Hormone level, ornamental plants, export, rooting, evaluation scale.

---

## INTRODUCCIÓN

La *Dracaena marginata* es la principal planta ornamental producida en Costa Rica para ser

exportada hacia los Estados Unidos y la Unión Europea. Este cultivo se produce principalmente en la Región Huetar Norte del país, aunque también existen productores en la Región Atlántica.

<sup>1</sup> Recibido: 30 de noviembre, 2006. Aceptado: 30 de noviembre, 2007.

<sup>2</sup> Escuela de Estadística. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Costa Rica. mariaisabel.gonzalezlutz@ucr.ac.cr

<sup>3</sup> Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. jose.duran@ucr.ac.cr; dennis.mora@ucr.ac.cr

En la primera región se contabilizaron 235 productores de *D. marginata*, con un total de 673 hectáreas, que corresponde al 33 % de las 2.025 reportadas para producción de plantas ornamentales en esta zona (MAG 2007).

En Costa Rica, más de tres de cada cuatro productores de plantas ornamentales entrevistados, mencionaron tener problemas. El 30 % de los productores pequeños de *D. marginata* mencionaron plagas y enfermedades como cuello de botella más importante, 26 % de ellos mencionaron que consideraban la baja productividad como la limitación más importante; y 20 % enfrenta serios problemas con la comercialización del producto (Jansen *et al.* 2007).

La exportación de *marginata* se realiza, mayormente, en grupos completos de plantas de diferentes tamaños, en un rango que va desde los 8,8 cm hasta los 158,4 cm (cuatro a 72 pulgadas) según la preferencia de cada mercado, por lo que en la etapa de producción se debe tener en desarrollo, plantas de cada uno de los diferentes tamaños que conforman el arreglo o grupo comercializado.

En el presente trabajo se utilizará el término “caña” para referirse a cada sección de planta que se exportará y que estará conformado por un tallo recto con raíces en su base provenientes de un acodo aéreo y tres brotes en su extremo apical. Este es el término que usan los productores y permite diferenciar una planta establecida, de un acodo enraizado sin establecer.

La norma de calidad para el mercado internacional exige una caña con raíz delgada, larga, superior a 2,54 cm (una pulgada), que tenga al menos un 75 % de su circunferencia con raíces blancas adheridas al tallo en toda su extensión y que se presenten únicamente en la parte superior del corte del acodo<sup>4</sup>.

Con respecto a la multiplicación de la *D. marginata*, Osborne *et al.* (1984), indican que estas plantas son propagadas por esquejes y en pocas ocasiones, los acodos aéreos son utiliza-

dos en tallos relativamente largos. Sin embargo, a nivel comercial, lo que se comercializa son plantas de tamaño variable, en donde el uso de los acodos aéreos es la metodología de multiplicación que utilizan todos los productores de caña de *D. marginata* en Costa Rica.

Pese a la importancia de *D. marginata* en la exportación de ornamentales de Costa Rica, no existen procedimientos estandarizados para la realización del acodo, puesto que cada productor ha adoptado su propia metodología sin realizar pruebas que comprueben su efectividad real. Acuña *et al.* (1992), presentan la única descripción metodológica a nivel nacional, sobre los métodos de propagación de la *D. marginata*, que coincide de una manera muy general, con lo aplicado por los productores costarricenses.

Dentro de los múltiples procedimientos que se usan para realizar el acodo, la colocación de cobertura de papel aluminio inmediatamente después de aplicada la hormona, es uno de los que presenta mayores inconsistencias, puesto que se discute entre los productores su efectividad, sin que se haya comprobado. La creencia generalizada entre los productores es que el uso del papel aluminio ayuda a que la hormona no se degrade como consecuencia de su exposición a la luz del sol, razón por la cual, según algunos de ellos, es indispensable colocarlo en la estación seca, aunque no es tan importante en la época lluviosa. Al respecto Pokorny (1982), confirma la degradación de la hormona AIB como efecto directo de su exposición a la luz del sol.

No está definida una determinada dosis de ácido indolbutírico (AIB) como hormona estimulante del raiceo y su relación con el tamaño de las cañas de *D. marginata* que se acodan, ya que no hay uniformidad de procedimientos entre las empresas exportadoras. Acuña *et al.* 1992, propone el uso de concentraciones que van desde los 5.000 ppm hasta los 12.000 ppm según el tamaño de la caña. Stevens (1976), demostró que el raiceo de *D. marginata* se incrementó conforme se aumentó la concentración de AIB desde las 1000 ppm hasta las 3.000 ppm, decreciendo cuando se usó la concentración de 4.000 ppm. Poole *et al.* (1980), en *Dracaena marginata* “Colorama”, al

<sup>4</sup> Castillo, G. 2003. Diferencias en la realización de acodos en *D. marginata* según el tamaño de la caña. Ornamentales Siempre Verde.

adicionar AIB en polvo al 0,1 %, se incrementó el raiceo, pero en una concentración de 0,3 % y 0,8 %, disminuyó el efecto obtenido con 0,1 %. Por su parte Henry (1984), con AIB en polvo, logró incrementar el número y el largo de las raíces de *D. marginata* “verde” con concentraciones crecientes de 0,1; 0,3 y 0,8 %.

De igual forma, existe la creencia entre los productores de que las cañas 13,2 cm (6 pulgadas), o de un tamaño mayor, son más difíciles de acodar exitosamente que las de 8,8 cm (4 pulgadas). Aunque esto no se ha comprobado, es de gran importancia, ya que de ser cierto, podría afectar la planificación semanal de producción de acodos para exportación.

En Costa Rica, el porcentaje de plantas no exportables se ha ubicado, históricamente, entre 10 % y 20 %, lo que implica una pérdida importante de recursos.

El objetivo de la presente investigación es evaluar el efecto de la concentración de la hormona AIB, de la cobertura de papel aluminio, así como sus interacciones sobre la calidad y exportabilidad de los acodos de *D. marginata*, en dos diferentes tamaños de caña.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos en plantas de *D. marginata* verde en una plantación ubicada en La Virgen de Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica, correspondiente a la zona de vida llamada Bosque Muy Húmedo Tropical, según el mapa con la clasificación de zonas de vida propuestas por Holdridge (Tosi 1969) durante dos épocas: uno en setiembre de 2004, que correspondió a la época lluviosa y otro en abril de 2005 (época seca).

Para realizar los acodos, una vez seleccionadas las plantas según su tamaño, se procedió a hacer un corte en forma de anillo, con un alicate que retira la corteza de la planta en toda la circunferencia del tallo, luego se aplicó, con una brocha, la hormona AIB al 97 % preparada en una mezcla de alcohol y agua, según la concentración indicada por cada tratamiento. Una vez

aplicada la hormona, se cubrió el área del acodo en los tratamientos correspondientes, con una banda de papel de aluminio de uso doméstico de 5 cm de ancho. Cinco semanas después, cuando se inició la emisión de raíces, se cubrieron todos los acodos con polietileno de color negro-plata, se ubicó el color plateado en la parte interna, en contacto con el acodo y el color negro en la cara exterior. Siete semanas después de realizados éstos se cosecharon, cortándolos con una tijera de podar, unos 2,5 cm (dos pulgadas) abajo del acodo.

En la estación lluviosa, se omitió del proceso, por error, la etapa final de cubrir los acodos con plástico negro-plata. A pesar de lo anterior, se decidió evaluar los resultados porque las comparaciones siguen siendo válidas al darse la omisión en el experimento completo, sin embargo, para subsanar esta limitación y dada la importancia de estudiar los mismos efectos en época seca, se realizó el segundo experimento.

## Definición y operacionalización de variables

Las variables de estudio para ambos experimentos fueron el porcentaje de la circunferencia del tallo acodado con raíz, el grosor y el largo de la raíz más frecuente y la presencia de raíz doble. Estas variables se midieron en forma visual con base en los criterios y valores asignados en cada calificación, según lo expuesto en el Cuadro 1.

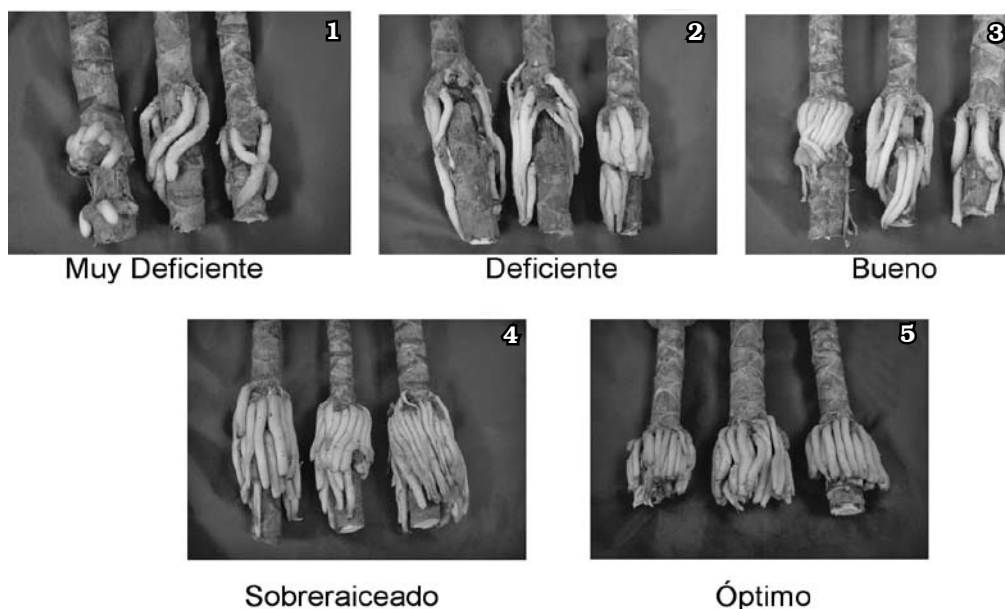
Para los resultados del experimento de época seca se utilizó como índice, una escala visual diseñada por los autores (Figura 1), basada en cinco grados, a saber: 1= muy deficiente, 2 = deficiente, 3 = bueno, 4 = sobrerazado y 5 = óptimo, en la cual se consideraron exportables las plantas que presentaron grados con un valor superior a 2.

Las mediciones del experimento fueron realizadas en forma conjunta entre cuatro personas; dos de ellas clasificaban las cañas según el porcentaje de la circunferencia y presencia de raíz doble y las otras dos calificaban el largo y el grosor de la raíz más frecuente. Esta forma de trabajo se empleó con todas las cañas incluidas en el experimento y las parejas de personas siem-

**Cuadro 1.** Criterios y calificaciones utilizados para evaluar cañas de *Dracaena marginata*, para exportación. Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Setiembre 2004 y abril 2005.

Criterio de evaluación	Calificación	Descripción
Porcentaje de la circunferencia con raíz	1	100% de la circunferencia con raíces
	2	Entre 75% y menos del 100% de la circunferencia con raíces
	3	Entre 50% y menos de 75% de la circunferencia con raíces
	4	Menos del 50% de la circunferencia con raíz
Grosor de la raíz más frecuente	0	Planta con la raíz más frecuente gruesa
	1	Planta con la raíz más frecuente delgada
Largo de la raíz más frecuente	0	Planta con la raíz más frecuente menor a 1 pulgada.
	1	Planta con la raíz más frecuente mayor a 1 pulgada
Presencia de raíz doble	0	Planta con raíz doble
	1	Planta sin raíz doble.
Índice *	0	Planta no exportable
	1	Planta exportable

\* Una planta se definió como exportable si contaba con al menos un 75% de su circunferencia con raíz y además su raíz era delgada. Este índice se usó solo en el experimento de época lluviosa.



**Figura 1.** Escala para la evaluación de la calidad de la raíz en acodos de *Dracaena marginata*. Costa Rica. 2004.

pre fueron las mismas, para evitar que existieran diferentes criterios para evaluar las plantas.

En el experimento de la época lluviosa todas las variables que se analizaron fueron dicotómicas y el valor de uno representó la característica más deseable por lo que, como se verá más adelante, se puede encontrar la cantidad de cañas exportables sumando los valores correspondientes de la variable índice. En el experimento de época seca se consideraron dos variables como continuas: el porcentaje de circunferencia y los valores de la escala visual, además de tres dicotómicas: largo, grueso y doble hilera de raíces.

### Diseño experimental, trabajo de campo y aleatorización de los tratamientos

En el experimento de la época lluviosa los efectos simples a evaluar fueron la concentración de hormona utilizada en el acodo, la utilización del aluminio y el tamaño de las plantas: 8,8 y 13,2 cm (cuatro y seis pulgadas). También se observó el comportamiento de las interacciones de estos factores.

Se utilizó un diseño factorial 2x2x3 con 12 tratamientos (Cuadro 2).

Durante el período de realización de ambos experimentos el manejo de la nutrición de las plantas, así como del control de malezas, plagas y enfermedades fue el que se utilizó a nivel comercial en una plantación de *Dracaena marginata*.

El experimento se llevó a cabo en un lote de 50 hileras de siembra, con tres repeticiones por cada tratamiento y la unidad experimental se definió como 10 metros de una hilera. Para este experimento se utilizaron 18 hileras del lote, cada una de ellas con dos unidades experimentales. No se contó con un número fijo de cañas acodables en cada unidad experimental.

Se decidió no utilizar bloques en el diseño experimental porque las plantas han tenido una vida útil de aproximadamente 25 años y no se presentan diferencias en su producción, a pesar de la topografía del terreno ligeramente ondulada.

Los tratamientos fueron asignados a las hileras en forma aleatoria.

En el experimento de época seca se introdujeron algunas modificaciones: la concentración de

**Cuadro 2.** Tratamientos utilizados en el experimento de la época lluviosa en el cultivo de *D. marginata*. Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Setiembre, 2004.

Tamaño	Cobertura con papel aluminio	Concentración de AIB	Tratamiento
Plantas de 8,8 cm (4 pulgadas)	Con cobertura	1.000 ppm	1
		1.500 ppm	2
		2.000 ppm	3
	Sin cobertura	1.000 ppm	4
		1.500 ppm	5
		2.000 ppm	6
Plantas de 13,2 cm (6 pulgadas)	Con cobertura	1.000 ppm	7
		1.500 ppm	8
		2.000 ppm	9
	Sin cobertura	1.000 ppm	10
		1.500 ppm	11
		2.000 ppm	12

1.000 ppm de hormona AIB se substituyó por 800 ppm, se utilizaron solamente acodos de 13,2 cm (seis pulgadas) y se evaluó el efecto de quitar o no el aluminio, antes de colocar el plástico. Los tratamientos quedaron conformados según se detalla en el Cuadro 3.

### Metodología de análisis

Las variables a evaluar en el experimento de época lluviosa son la proporción de plantas exportables, la proporción de plantas con la raíz más frecuente delgada, la proporción de plantas con la raíz más frecuente larga y la proporción de plantas con raíz doble, en cada una de las unidades experimentales, las últimas tres se evaluaron también en el de época seca.

La información se analizó con mínimos cuadrados ponderados utilizando como peso el inverso de la varianza de cada repetición.

En el experimento de época seca se analizaron también la escala de calidad que se observa en la Figura 1 y la circunferencia del tallo cubierta con raíces, como variables continuas, para lo que se empleó regresión de mínimos cuadrados ordinarios.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Porcentaje de plantas con la característica deseable

Se cosecharon 695 cañas en el experimento de la época lluviosa y 1.071 en el de la época seca. En el Cuadro 4 se muestran sus características.

Los resultados del largo de las raíces y el porcentaje de acodos sin doble raíz en la época lluviosa podrían estar afectados por la omisión en el tapado con plástico de los acodos.

### Porcentaje de plantas exportables

El porcentaje de varianza total explicada por el modelo en el experimento de época lluviosa fue de 71,4 %. En el Cuadro 5 se muestran las probabilidades asociadas a cada uno de los efectos al analizar esta variable. Se consideran significativas aquellas inferiores a 5 %.

La cobertura de papel aluminio, el tamaño de la planta y la interacción papel aluminio \* concentración AIB tuvieron un efecto significativo sobre el porcentaje de cañas exportables en una plantación.

**Cuadro 3.** Tratamientos utilizados en el experimento de la época seca en el cultivo de *D. marginata*. Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Abril, 2005.

Tratamiento	Concentración de AIB	Cobertura	Tamaño de las plantas
1	800 ppm	Con cobertura de papel aluminio (sin quitarlo al envolver el acodo con plástico)	Plantas de 13,2 cm (6 pulgadas)
2	1.500 ppm		
3	2.000 ppm		
4	800 ppm	Quitando la cobertura de papel aluminio al envolver el acodo con plástico	
5	1.500 ppm		
6	2.000 ppm		
7	800 ppm	Sin cobertura de papel aluminio en el acodo (testigo)	
8	1.500 ppm		
9	2.000 ppm		

**Cuadro 4.** Porcentajes de cañas de *Dracaena marginata* cosechadas con la característica deseable. Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Setiembre 2004 y abril 2005.

Característica	% plantas con esa característica	
	Época lluviosa	Época seca <sup>1</sup>
Plantas exportables	73	93
Plantas con raíz delgada	76	67
Plantas con raíz larga	16	84
Plantas sin raíz doble	91	58

<sup>1</sup> Se consideraron exportables todas aquellas plantas que fueron calificadas con valores superiores a dos en la escala visual.

**Cuadro 5.** Probabilidad asociada a los efectos sobre la proporción de plantas exportables de *D. marginata*. Época lluviosa. Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Setiembre 2004.

Efecto	Pr > F
Concentración de hormona AIB	0,0594
Cobertura de papel aluminio	<0,0001
Tamaño planta	0,0494
Concentración AIB * papel aluminio	0,0349
Concentración AIB * Tamaño planta	0,7060
Cobertura papel aluminio * Tamaño planta	0,6558
Concentración AIB * Cobertura papel aluminio * Tamaño planta	0,1688

**Cuadro 6.** Porcentaje promedio de plantas de *D. marginata* exportables con base en concentración de hormona de enraizamiento y cobertura del acodo con papel aluminio de 5 cm. Época lluviosa. Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Setiembre, 2004.

Concentración AIB (ppm)	Cobertura papel aluminio		Total general
	No	Sí	
1.000	55	87	71
1.500	42	87	65
2.000	68	87	78
<b>Total general</b>	<b>55</b>	<b>87</b>	<b>71</b>

La proporción de cañas exportables de 8,8 cm (cuatro pulgadas) (77 %) fue significativamente diferente de la de cañas de 13,2 cm (seis pulgadas) (65 %). Este resultado confirma la sospecha de los productores de que la producción de cañas de 13,2 cm es más difícil que las de 8,8 cm. Se indica que en el tamaño de 13,2 cm se dio un menor porcentaje de plantas para exportación, lo que sugiere la necesidad de cambiar la planificación de la producción para obtener igual cantidad de plantas de cada tamaño acodando mayor cantidad de cañas de 13,2 cm.

En el Cuadro 6 se muestran las proporciones promedio de cañas exportables obtenidas al

combinar la utilización o no de la cobertura de papel aluminio y el grado de la concentración de la hormona AIB, con él se ilustra la interacción concentración AIB \* papel aluminio que resultó significativa.

Como se puede observar, cuando no se utilizó la cobertura de papel aluminio en el acodo, la concentración de la hormona tuvo un efecto importante en la proporción de cañas exportables, produciéndose así la mayor cantidad de ellas con una concentración de 2.000 ppm. Con la cobertura de papel aluminio sobre el acodo, la concentración dejó de tener importancia, ya que se produjo un porcentaje de cañas exportables similar en todas

las concentraciones de hormona. Este resultado parece confirmar la creencia generalizada entre los productores y que también ha sido indicado por Pokorny (1982), que la exposición prolongada a la luz solar intensa puede provocar la degradación de la hormona AIB y que el uso del papel aluminio reduce dicha degradación.

Para el experimento de época seca, no se analizó el porcentaje de cañas exportables, sino que se modelaron la circunferencia y la escala con regresión de mínimos cuadrados, y como variables independientes los mismos efectos. El único coeficiente de regresión que resultó significativo fue el de la cobertura de papel aluminio sobre el acodo en el modelo de la variable escala ( $p=0,0499$ ). El promedio de la escala cuando se usa la cobertura fue de 3,34, el cual se redujo a 2,61 cuando no se usó. Esto indica que el uso de la cobertura de aluminio sobre el acodo mejoró la exportabilidad de las plantas durante la época seca, cuando se puede presentar el mayor efecto de la luz solar sobre la estabilidad de la hormona AIB. No se encontró efecto alguno sobre estas dos variables cuando se quita la cobertura de aluminio y cuando no se quita.

### Porcentaje de plantas con la raíz más frecuente delgada

El porcentaje de varianza total explicada por el modelo fue de 53,4 % en el experimento en época lluviosa y de 68,8 % en la época seca. El Cuadro 7 presenta las probabilidades asociadas con cada uno de los factores incluidos en el modelo para esta proporción.

En la época lluviosa el porcentaje promedio de cañas con raíz más frecuente delgada, pasó de 79,3 % en los acodos de 8,8 cm (cuatro pulgadas) a 66,6 % en los de 13,2 cm (seis pulgadas). Sin embargo, este resultado está influido por la omisión en la cobertura del acodo con plástico negro plata.

También en esta época el empleo de cobertura de papel aluminio produjo diferencias significativas en el porcentaje de plantas con mayor frecuencia de raíz delgada. El porcentaje

**Cuadro 7.** Probabilidad asociada a los efectos sobre la proporción de plantas de *D. marginata* con la raíz más frecuente delgada. Sarapiquí, Heredia. Costa Rica. Setiembre 2004 y abril 2005.

Efecto	Pr > F	
	Época lluviosa	Época seca
Concentración de Hormona AIB	0,3898	0,383
Cobertura de papel aluminio	0,0047	0,1946
Tamaño de la planta	0,0158	
Concentración AIB* Cobertura papel aluminio	0,3286	0,0067
Concentración AIB* Tamaño planta	0,4777	
Cobertura papel aluminio*Tamaño planta	0,1630	
Concentración AIB* Cobertura papel aluminio*Tamaño planta	0,1012	

promedio de cañas con la raíz más frecuente delgada a las que no se les aplicó papel aluminio fue de 58,6 % y el correspondiente a las plantas en que sí se utilizó el papel aluminio fue de 87,3 %. De nuevo este resultado comprueba la necesidad de usar papel aluminio para cubrir el acodo inmediatamente después de aplicar la hormona AIB.

En el experimento de época seca, el efecto del cambio en la concentración de hormona AIB fue significativo cuando se aplicó cobertura de papel aluminio. Esto se aprecia en los resultados del Cuadro 8.

Como se puede observar, si se usa cobertura de papel aluminio el porcentaje de plantas con la raíz más frecuente delgada fue menor en todas las concentraciones de hormona, pero el efecto es más marcado en la concentración más alta. Además, con y sin uso de papel aluminio, la concentración intermedia fue la que generó el porcentaje más alto de plantas con la raíz delgada.



**Cuadro 8.** Porcentaje promedio de plantas de *D. marginata* con la raíz más frecuente delgada según concentración de hormona de enraizamiento y cobertura del acodo con papel aluminio. Época seca. Sarapiquí, Heredia. Costa Rica. Abril 2005.

Concentración AIB (ppm)	Cobertura papel aluminio		Total general
	No	Sí	
800	80	57	64
1.500	87	72	77
2.000	77	50	59
<b>Total general</b>	<b>81</b>	<b>60</b>	<b>67</b>

### Porcentaje de plantas con la raíz más frecuente larga

En el experimento de época lluviosa, en este análisis se utilizaron 19 observaciones ya que se dio una gran cantidad de ponderaciones indefinidas por la alta incidencia de plantas con raíz corta, provocada posiblemente por no tapar los acodos con plástico, ésto causó además, que algunos efectos no pudieran ser evaluados. A pesar de lo anterior, el porcentaje de varianza total explicada fue de 84,6 %, que representa el valor más alto de todos los análisis realizados. En el siguiente cuadro se pueden ver las probabilidades asociadas a los factores incluidos en el experimento para este análisis específico.

En la época lluviosa la cobertura del acodo con papel aluminio y el tamaño de la planta afectaron significativamente el porcentaje de plantas con la raíz más frecuente larga. Cuando se utiliza la cobertura de papel aluminio, el promedio de plantas con la raíz más frecuente larga pasó de 0,03 % a 29,7 % cuando no se utiliza.

Con respecto al tamaño de la planta, el promedio de la proporción correspondiente a las plantas de 8,8 cm (cuatro pulgadas) resultó de 21,9 % y para las plantas de 13,2 cm (seis pulgadas) fue de 8,1 %.

**Cuadro 9.** Probabilidad asociada a los efectos sobre la proporción de plantas de *D. marginata* con la raíz más frecuente larga. Sarapiquí, Heredia. Costa Rica. Setiembre 2004 y abril 2005.

Efecto	Probabilidad	
	Época lluviosa	Época seca
Concentración de Hormona AIB	0,2919	0,0012
Cobertura de papel aluminio	0,0001	0,0546
Tamaño de la planta	0,0004	
Concentración AIB* Cobertura de papel aluminio	0,1878	0,0010
Concentración AIB*Tamaño planta	0,6808	
Cobertura de papel aluminio*Tamaño planta	.	
Concentración AIB * Cobertura de papel aluminio*Tamaño planta	.	

En época seca, de nuevo el efecto de la concentración de hormona AIB es diferente si se aplica cobertura de papel aluminio que si no se aplica (Cuadro 10).

Poner cobertura de papel aluminio sobre los acodos incrementó el porcentaje de cañas con la raíz más frecuente larga en todas las concentraciones de hormona, pero el efecto fue menor cuando ésta era 800 ppm. Posiblemente esto tiene su explicación en el hecho de que se produzca menos degradación de hormona por efectos de la luz solar y entonces la mayor concentración de AIB que queda sobre el acodo adelanta la producción de raíz permitiéndole crecer más.

### Porcentaje de plantas con raíz doble

Por último, en el análisis realizado para estudiar la producción de raíz doble, de acuerdo con la combinación del tamaño de la caña, la concentración de hormona AIB y la utilización de cobertura

**Cuadro 10.** Porcentaje promedio de plantas de *D. marginata* con la raíz más frecuente larga según concentración de hormona de enraizamiento y cobertura del acodo con papel aluminio. Época seca. Sarapiquí, Heredia. Costa Rica. Abril 2005.

Concentración AIB (ppm)	Cobertura papel aluminio		Total
	No	Sí	
800	80	88	85
1.500	77	89	85
2.000	75	87	83
Total	77	88	84

de papel aluminio, se utilizaron 16 observaciones, ya que en el experimento se obtuvieron muy pocas observaciones con raíz doble y por lo tanto, muchas repeticiones obtuvieron una proporción de 0 cañas con raíz doble. Lo anterior indica una alta calidad de la muestra en este aspecto.

El porcentaje de varianza explicada en este caso es de 54,2 % y en el Cuadro 11 se presentan las probabilidades asociadas.

Como se puede apreciar, en época lluviosa no existieron diferencias significativas en ninguno de los efectos evaluados, sin embargo, en época seca sí hubo un efecto de la concentración, diferente cuando se aplica papel aluminio que cuando no se aplica. Esta relación se puede observar en el Cuadro 12.

La presencia de doble hilera de raíces se dio con más frecuencia cuando no se puso aluminio y este efecto es mayor cuando la concentración de hormona fue de 1.500 ppm.

## CONCLUSIONES

No era objetivo de esta investigación evaluar el efecto que se produce al tapar los acodos con papel plástico color negro-plata cuando se inicia la emergencia de raíces. Este procedimiento se ha hecho para que las raíces no adquieran una coloración verde, que se considera inapropiada.

**Cuadro 11.** Probabilidad asociada a los efectos sobre la proporción de plantas de *D. marginata* con raíz doble. Sarapiquí, Heredia. Costa Rica. Abril 2005.

Efecto	Probabilidad	
	Época lluviosa	Época seca
Concentración de hormona AIB	0,8466	0,0366
Cobertura de papel aluminio	0,6846	0,2733
Tamaño planta	0,2041	
Concentración AIB * Cobertura de papel aluminio	0,6850	0,0419
Concentración AIB * Tamaño de planta	0,7031	
Cobertura de papel aluminio * Tamaño planta	.	
Concentración AIB * Cobertura papel aluminio * Tamaño planta	.	

**Cuadro 12.** Porcentaje promedio de cañas sin doble hilera de raíces según concentración de hormona de enraizamiento y utilización de aluminio en el acodo. Época seca. Sarapiquí, Costa Rica. Abril, 2004.

Concentración AIB (ppm)	Cobertura papel aluminio		Total
	No	Sí	
800	52	46	48
1.500	73	33	46
2.000	52	23	33
Total	59	34	42

La omisión involuntaria de este procedimiento mostró, además, que se inhibe el crecimiento de las raíces y favorece que éstas crezcan, hacia los lados y no adheridas a la caña. Todo esto reafirma la necesidad de mantener este procedimiento.

Como se pudo observar en los resultados, tapar el acodo con papel aluminio produjo efectos

negativos en el porcentaje de plantas con la raíz más frecuente delgada y efectos positivos en el de plantas con la raíz más frecuente larga, independientemente del tamaño de las plantas y la concentración de AIB que se utilice. En lo que se refiere al porcentaje de cañas exportables, la omisión de la cobertura de papel aluminio produjo una disminución importante en la exportabilidad. En caso de no utilizar cobertura de los acodos con papel aluminio, la exportabilidad sería mayor con el nivel más alto de hormona. Cuando se utiliza cobertura de papel aluminio se pueden utilizar concentraciones de AIB inferiores sin que se de diferencia en cuanto a la cantidad de plantas exportables.

El tamaño de la caña también incide en todas las proporciones estudiadas, a excepción de la producción de raíz doble en el acodo. Por lo tanto sería muy importante realizar un experimento con todos los tamaños de planta posibles, con el fin de verificar este resultado.

Los resultados obtenidos en el mes de setiembre del año 2004, periodo en el cual la zona donde se ubica la plantación se encuentra en época lluviosa, se confirmaron al repetir el experimento en época seca (abril de 2005).

La inclusión de los tratamientos en los que se retiró la cobertura de papel aluminio antes de aplicar el plástico negro-plata constituye un primer paso para evaluar los efectos de esta posible práctica. En el momento de la cosecha, retirar la cobertura de papel aluminio no tuvo efecto alguno sobre la calidad de las raíces, sin embargo, los productores de cañas indican que dejar el papel aluminio en el acodo tiende a dañar las raíces durante el período de embarque, por lo que se recomienda evaluar en un estudio poscosecha, el efecto del papel aluminio durante el embarque de las cañas.

## LITERATURA CITADA

- Acuña, B; Jiménez, A; Franco, J; Murillo, G; Ramírez, J; Gamboa, J; Fernández, A. 1992. Técnicas para la producción de *Dracaena marginata* en Costa Rica. Editorial UNED. San José, Costa Rica. 65 p.
- Henny, R.J. 1984. Rooting hormones and propagation of *Dracaena marginata* cuttings. *Foliage Digest* 7(3):7.
- Jansen, HGP; Morley, S; Torero, M. 2007. Impacto del Tratado de Libre Comercio de Centroamérica en la agricultura y el sector rural en cinco países centroamericanos: Resumen Ejecutivo. San José, C.R.: Proyecto RUTA; IFPRI. Documento electrónico. Consultado: 15 febrero 2009. Disponible en: <http://www.ruta.org/admin/biblioteca/documentos/361.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2007. Censo de Plantas Ornamentales, Región Huetar Norte. Costa Rica. (en línea). Consultado: 15 febrero 2009. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00004.pdf>
- Osborne, L.S; Chase, A.R; Henley, R.W. 1984. *Dracaena marginata*. *Foliage Digest* 7 (10): 10.
- Pokorny F.A. 1982. Growth regulators effect evaluated. *Foliage Digest* 5(6):12.
- Poole, R.T; Conover, C.A; Robinson, C.A. 1980. Rooting hormones and propagation of foliage plants. *Foliage Digest* 3(8):11-12.
- Stevens, G.A. 1976. Propagation of *Dracaena marginata*. Proc. 3rd Annual Nurserymen's Short Course. University of Hawaii. Misc. Public. 134 p.
- Tosi, J.A. 1969. Mapa ecológico, República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. Escala 1: 750.000, Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.